

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

研究科・専攻	大学院 情報理工学研究科	先進理工学専攻	博士前期課程
氏 名	山梨 裕介	学籍番号	1033097
論 文 題 目	色素増感太陽電池における電子拡散長の 電解液カチオンサイズ依存性		

要 旨

【背景】

色素増感太陽電池 (Dye-Sensitized Solar Cell : DSSC) は, Si 系太陽電池に代わる次世代太陽電池として注目を集めている. DSSC は主に多孔質半導体薄膜, 色素, 電解液で構成されている. 半導体薄膜上に吸着させた色素が可視光励起され, 生じた電子が薄膜中を拡散によって移動する. 拡散による電子移動は, 電解液に含まれるカチオンの影響を受ける. 本研究では, 電子拡散メカニズムの解明と変換効率向上を目的とし, 多孔質半導体薄膜中の電子拡散長を色素選択吸着法により測定し, カチオンサイズが電子拡散に及ぼす影響を調査した. 電子拡散長(L)は, 電子拡散係数(D)と電子寿命(τ)と $L = \sqrt{D \cdot \tau}$ の関係がある.

【実験・結果】

TiO₂ ナノ結晶 (粒径 20nm), または ZnO ナノ結晶(粒径 20nm) を含むペーストを, スキージ法で導電性透明電極上に塗付し, 500 °C でアニールすることで, 多孔質薄膜を作製した. この多孔質薄膜を, 時間を変えて色素溶液に浸漬させることにより色素を選択吸着させ, 拡散で電子が移動する色素非吸着領域の厚さを変化させた (図 1). セルを組み立て, 光電流量子効率(IPCE)を測定し, 特定の波長における IPCE 値を抽出し, 電流値がゼロになる非吸着領域の厚さを電子拡散長とした. 電解液には, 0.05M I₂/アセトニトリル溶液に, 炭素鎖 3~6 のアルキル鎖を持つ(Alkyl)₄N⁺I⁻を加えたものを用いた.

電子拡散長測定結果は図 2 に示すように, TiO₂ ではカチオンサイズの増大で電子拡散長 L は若干の減少, ZnO では L の増加が確認された. さらに, 再結合抵抗の変化を確認するためにインピーダンス測定を行った. ZnO における結果が図 3 であり, カチオンサイズの増大で再結合抵抗は増加し, 電子寿命 τ が延びたと考えられる. TiO₂ においても同様の傾向を示したが, 再結合抵抗は 10 倍小さかった. カチオンサイズの増加によって, 電子拡散とカチオンの拡散から計算されるアンバイポーラ拡散係数 D_{amb} は減少するはずであり, TiO₂ では D_{amb} の効果が大きく表れるため L は減少し, ZnO では τ の効果が大きく表れるため L が増加したと考えられる.

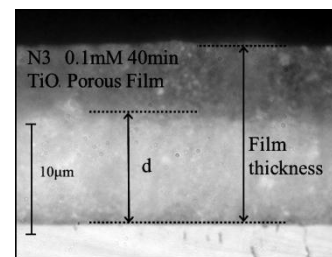


図 1. 色素選択吸着した薄膜の断面図

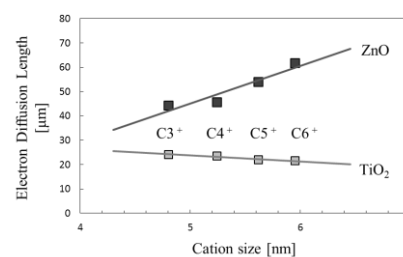


図 2. 電子拡散長のカチオンサイズ依存性

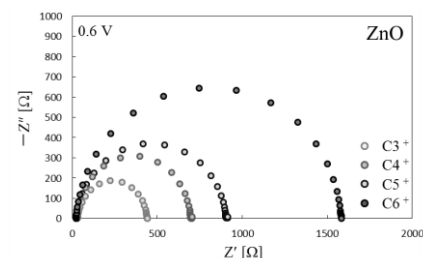


図 3. ZnO/EY 系 DSSC のインピーダンススペクトル